

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-342>

# **Двухзонное измерение артериального давления с использованием ультразвукового исследования артерий и оценка спектрограммы потока в брюшной аорте у пациентки с вторичной артериальной гипертензией на фоне недиагностированной коарктации аорты**

*В.А. Темнова<sup>1,2</sup>, Е.А. Зубарева<sup>1,3</sup>, Г.В. Ревуненков<sup>2</sup>, И.В. Зябкин<sup>1</sup>, А.В. Крутова<sup>1</sup>, С.А. Штеменко<sup>1</sup>, С.К. Мензелинцева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУ Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России; 115409 Москва, ул. Москворечье, д. 20, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2; 119333 Москва, уд. Фотиевой, д. 10, стр.1. Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГАУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 7, Российская Федерация

---

**Темнова Валерия Александровна** – канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики стационара для детей, старший научный сотрудник отдела инновационных диагностических методов исследования НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0009-0002-8895-1849>

**Зубарева Елена Анатольевна** – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой ультразвуковой диагностики ИНОПР ФГАУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России; врач ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

**Ревуненков Григорий Валерьевич** – канд. мед. наук, руководитель отдела инновационных диагностических методов исследования НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7834-213X>

**Зябкин Илья Владимирович** – доктор мед. наук, директор ФГБУ “Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

**Крутова Александра Владимировна** – канд. мед. наук, врач-кардиолог КДЦ ФГБУ “Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России”, Москва. <https://orcid.org/0009-0009-8905-5342>

**Штеменко Сергей Анатольевич** – врач ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России”, Москва. <https://orcid.org/0009-0003-4046-837X>

**Мензелинцева Светлана Константиновна** – заведующая отделением ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России”, Москва. <https://orcid.org/0009-0008-6706-9578>

**Контактная информация\***: Темнова Валерия Александровна – e-mail: [vatemnova@mail.ru](mailto:vatemnova@mail.ru)

Коарктация аорты является одним из этиологических факторов вторичной артериальной гипертензии. Благодаря пренатальной диагностике, а также современным алгоритмам обследования новорожденных в большинстве случаев коарктация аорты диагностируется в неонатальном периоде. Однако, по литературным данным, у детей старшего возраста и взрослых коарктация аорты пропускается приблизительно в 85% случаев, даже при наличии таких клинических проявлений, как сердечный шум или артериальная гипертензия. В статье представлены клиническое наблюдение результатов обследования пациентки с впервые выявленной коарктацией аорты 3-го типа (полная форма), осложненной вторичной артериальной гипертензией. Анализ литературных данных и ошибок, допущенных при обследовании пациентки, позволил выделить следующие диагностические подходы, существенно облегчающие постановку своевременного и правильного диагноза:

1. Применение двузонного измерения артериального давления при первичном обследовании пациентов с артериальной гипертензией у подростков и взрослых пациентов, особенно при наличии некорректируемой артериальной гипертензии и сердечного шума.

2. При возникновении технических трудностей измерения артериального давления традиционными способами (аускультативным, осциллометрическим и т.д.) в артериях нижних конечностей рекомендуется измерять систолическое давление с использованием ультразвукового исследования артерий по методике измерения лодыжечно-плечевого индекса. При этом возможно применение упрощенной методики с предварительной оценкой формы спектрограммы потока.

3. Проведение обязательного скринингового ультразвукового исследования артерий брюшной аорты в базовом протоколе трансторакальной эхокардиографии.

**Ключевые слова:** коарктация аорты; артериальная гипертензия; лодыжечно-плечевой индекс

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Цитирование:** Темнова В.А., Зубарева Е.А., Ревуненков Г.В., Зябкин И.В., Крутова А.В., Штеменко С.А., Мензелинцева С.К. Двузонное измерение артериального давления с использованием ультразвукового исследования артерий и оценка спектрограммы потока в брюшной аорте у пациентки с вторичной артериальной гипертензией на фоне недиагностированной коарктации аорты. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (3): 86–96. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-342>

Поступила в редакцию: 07.07.2025.

Принята к печати: 08.08.2025.

Опубликована online: 16.09.2025.

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные успехи современной медицины, диагностика и лечение артериальной гипертензии (АГ) в детском и подростковом возрасте до настоящего времени все еще остается крайне актуальной проблемой. По данным последних эпидемиологических исследований, отмечается значительный рост как высокого нормального артериального давления (АД), так и АГ среди детей и подростков. В наибольшей степени это относится к детям подросткового возраста, при этом АГ выявляется у 4–22% обследованных в зависимости от возраста и избранных критериев [1].

К этиологическим факторам вторичной АГ могут быть отнесены многие различные заболевания и состояния, одними из которых являются пороки развития аорты.

Врожденная патология аорты крайне вариабельна по анатомическому строению и уровню поражения. Согласно современным клиническим рекомендациям, коарктация аорты (КА) – это врожденное сужение верхней части нисходящей грудной аорты, граничащей с областью впадения открытого артериального протока (так называемого перешейка аорты). В наиболее тяжелых формах отмечается атрезия просвета аорты, но при этом сохраняется непрерывность ее стенки [2]. Частота встречаемости КА приблизительно 2–5 на 10 000 новорожденных (6–7% от всех выявляемых врожденных пороков сердца (ВПС), и по праву считается одним из наиболее распространенных пороков развития сердечно-сосудистой системы. При этом следует отметить, что помимо КА в детской

и взрослой практике описан такой порок, как врожденная деформация дуги аорты (ВДДА). Основой данной патологии является врожденное патологическое строение стенки аорты, приводящее к ее удлинению, извитости, петле- и кольцеобразованию или перегибу [3]. По клиническому течению ВДДА может протекать как асимптомно, так и с коарктационным синдромом; синдромом, характерным для аневризмы грудной аорты; компрессионным синдромом [4]. Также существует понятие “синдром средней аорты” (ССА), причиной которого является сужение аорты на любом уровне от перешейка до бифуркаций [5–7]. Этиологическими факторами ССА может являться как врожденная, так и приобретенная патология [8]. При этом необходимо отметить, что в литературе нет единообразия в классификации вышеприведенных пороков развития аорты, и существуют публикации, где термин “коарктация аорты” трактуется в более широком значении, предполагая уровень стеноза на любом участке аорты [9]. Несмотря на разную этиологию и уровень поражения аорты, определяющими факторами у пациентов данной группы являются степень гемодинамических нарушений, а также наличие и выраженность коллатерального кровотока. КА условно можно разделить на две группы: критическую, составляющую около 60% всех КА, которая вызывает симптомы в течение первых 2 мес после рождения и при отсутствии лечения приводит к смерти, и бессимптомную, которая проявляется вторичной АГ в верхней половине тела в более позднем возрасте [10]. Благодаря современной пренатальной диагностике и введению обязательных скрининговых эхокардиографических исследований, КА в большинстве случаев хорошо диагностируется в неонатальном периоде. Однако, по литературным данным, у детей старшего возраста КА пропускается приблизительно в 85% случаев, даже при наличии таких клинических проявлений, как сердечный шум или АГ [10–12]. При отсутствии лечения 50% пациентов умирают в возрасте до 30 лет [13], и лишь немногие доживают до 50 лет. Смерть наступает из-за застойной сердечной недостаточности, расслоения и разрыва аорты, острого нарушения мозгового кровообращения, инфекционного эндокардита и т.д. [10].

### Клиническое наблюдение

Пациентка Ш., 15 лет, впервые поступила в Федеральный научно-клинический центр детей и подростков ФМБА России в декабре 2024 г. с жалобами на головные боли и судороги в верхних конечностях, возникающие на фоне повышения АД.

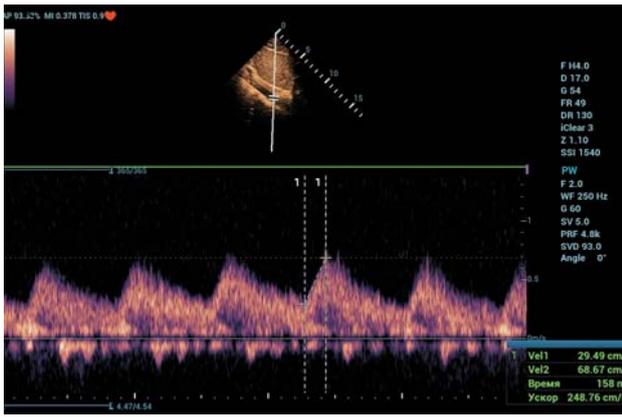
*Анамнез жизни:* перинатальный период протекал без особенностей. Далее физическое развитие соответствовало возрасту. Регулярные занятия спортом (волейбол) с интенсивностью нагрузок до 1,5 ч 3 раза в неделю.

*Анамнез заболевания (со слов мамы пациентки):* в 2021 г. в возрасте 11 лет появились жалобы на судороги в верхних конечностях при психоэмоциональных нагрузках. Зарегистрировано повышение АД на верхних конечностях до 150/80 мм рт.ст. Не обследовалась, гипотензивные препараты не назначались. Повторно жалобы на судороги в верхних конечностях появились в октябре 2024 г. на фоне подъема АД. Госпитализирована в детский стационар по месту жительства, где по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) структурная патология сердца была исключена; по данным электрокардиографии (ЭКГ) нарушения ритма сердца не выявлено; по результатам суточного мониторирования АД (СМАД) определялась стабильная систолическая АГ в дневные часы с максимальными цифрами АД до 191/120 мм рт.ст. Назначенная гипотензивная терапия – эналаприл в дозировке 10 мг/сут – без значимого эффекта, что потребовало повышение дозы до 15 мг/сут.

*Данные клинического осмотра при госпитализации:* жалобы на эпизоды повышения АД, головные боли до 4 раз в неделю. Общее состояние удовлетворительное. Физическое развитие соответствует возрасту, нормостенический тип телосложения – рост 165 см, масса тела 69 кг. АД на верхних конечностях повышено до 135/80 мм рт.ст. На нижних конечностях измерить АД автоматическим и механическим тонометрами не удалось. При аускультации сердца выслушивался систолический шум на верхушке, проводящийся в надлопаточное пространство слева.

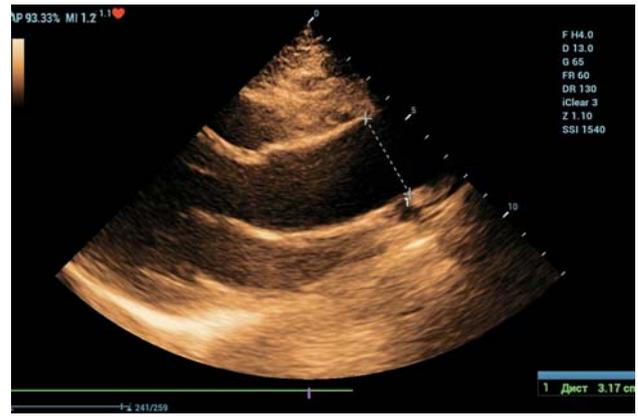
*СМАД:* на фоне проводимой терапии (эналаприл 15 мг/сут) регистрировалась стабильная АГ в дневные и вечерние часы, максимальные цифры АД до 135/89 мм рт.ст.

*Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру:* синусовый ритм, умеренная тахикардия в течение суток, клинически значимых нарушений ритма и проводимости зарегистрировано не было.



**Рис. 1.** Спектрограмма потока в брюшном отделе аорты на уровне диафрагмы. Режим импульсно-волнового доплера. Коллатеральный тип кровотока.

**Fig. 1.** Flow spectrogram in the abdominal aorta at the level of the diaphragm. Pulse-wave Doppler (PWD) mode. Collateral flow pattern.



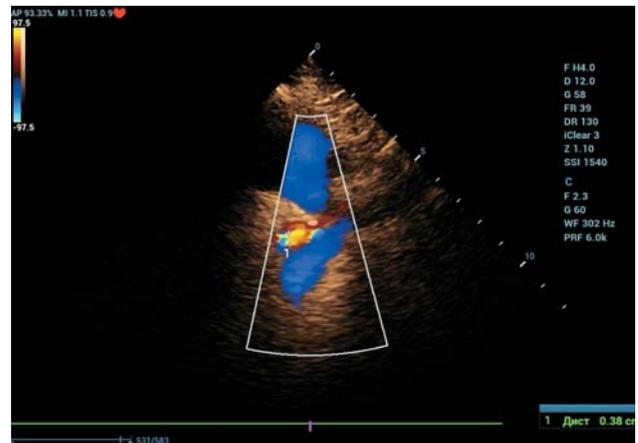
**Рис. 2.** Парастеральная позиция с акцентом на длинную ось аорты. Корень и восходящая аорта.

**Fig. 2.** Parasternal long-axis view of the aorta. Aortic root and ascending aorta.



**Рис. 3.** Визуализация дуги аорты из супрастерального доступа. Нисходящая аорта дистальнее перешейка достоверно не визуализируется.

**Fig. 3.** Suprasternal view of the aortic arch. The descending aorta distal to the isthmus is not reliably visualized.



**Рис. 4.** Визуализация дуги аорты из супрастерального доступа. Режим цветового доплеровского картирования. Открытый артериальный проток - ?

**Fig. 4.** Suprasternal view of the aortic arch. Color Doppler imaging (CDI). Possible patent ductus arteriosus (PDA).

При проведении дуплексного сканирования сосудов почек, протокол которого включает определение почечно-аортального отношения, был выявлен коллатеральный спектр кровотока в брюшном отделе аорты (рис. 1).

ЭхоКГ: анатомически двустворчатый аортальный клапан, без нарушения функции. Дилатация корня и восходящей части аорты: синусы Вальсальвы (z-фактор 2,03), синотубулярное соединение (z-фактор 3,01), восходящая аорта (z-фактор 3,5) (рис. 2). Стеноз грудного

отдела аорты на уровне и дистальнее перешейка (коарктация-?) (рис. 3). Максимальный пиковый градиент давления достоверно зарегистрировать не удалось. Открытый артериальный проток (ОАП)-? (рис. 4) Постстенотический спектр кровотока в брюшном отделе аорты. Камеры сердца не расширены. Глобальная функция левого желудочка сохранена.

Проведено измерение АД на верхних и нижних конечностях механическим тонометром с использованием ультразвукового исследования

сосудов по методике измерения лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ):

Систолическое давление:

правая верхняя конечность: плечевая артерия (ПА) – 120 мм рт.ст.;

правая голень: передняя большеберцовая артерия (ПБА) – 90 мм рт.ст., задняя большеберцовая артерия (ЗБА) – 95 мм рт.ст.;

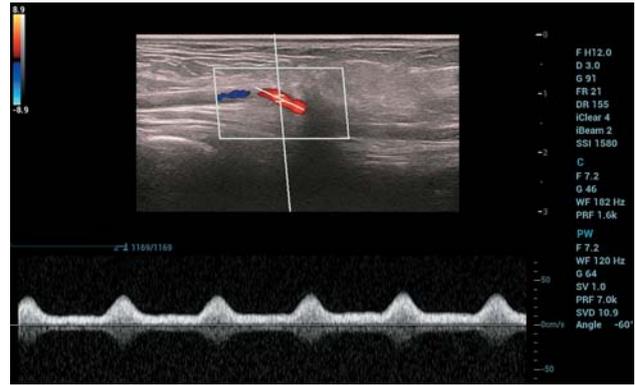
левая верхняя конечность: ПА – 120 мм рт.ст.;

левая голень: ПБА – 90 мм рт.ст. ЗБА – 95 мм рт.ст.;

ЛПИ: 0,75–0,79 (норма 0,9–1,1).

Отмечался коллатеральный тип кровотока на всех артериях нижних конечностей (рис. 5).

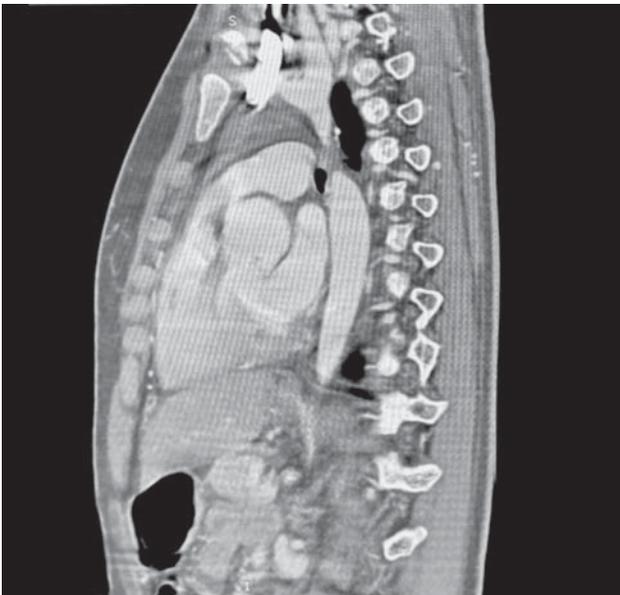
**КТ-ангиография:** выносящий тракт левого желудочка не сужен – 28 мм. Аортальный клапан двустворчатый, не кальцинирован. Размер аорты на уровне фиброзного кольца 30 мм, на уровне синусов Вальсальва расширен до 38 мм, далее после отхождения брахиоцефальных артерий сужается до 21 мм. После отхождения левой общей сонной артерии диаметр 14,6 мм, далее после отхождения левой подключичной артерии диаметр перешейка дуги аорты проградентно сужается до 11 мм, с дальнейшим коническим сужением на протяжении 23 мм и прерыванием просвета на промежутке до 12 мм (рис. 6). Дистальнее области сужения визуализируется нисходящий отдел диаметром до 20 мм. Компенсация кровотока обеспечивается за счет множественных расширенных коллатеральных артериальных сосудов. ОАП отчетливо не определяется. **Заключение:** КТ-признаки сегментарного сужения просвета до полного перерыва перешейка аорты (КА тип А, преруктальная форма?). Двустворчатый клапан аорты.



**Рис. 5.** Спектрограмма потока в передней большеберцовой артерии. Коллатеральный тип кровотока.

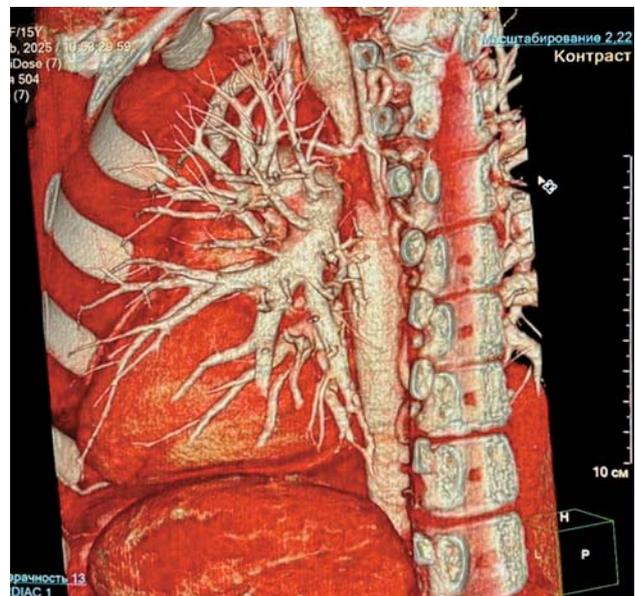
**Fig. 5.** Blood flow spectrogram in the anterior tibial artery. Collateral flow pattern.

зируется нисходящий отдел диаметром до 20 мм. Компенсация кровотока обеспечивается за счет множественных расширенных коллатеральных артериальных сосудов. ОАП отчетливо не определяется. **Заключение:** КТ-признаки сегментарного сужения просвета до полного перерыва перешейка аорты (КА тип А, преруктальная форма?). Двустворчатый клапан аорты.



**Рис. 6.** КТ-ангиограмма. Сужение и перерыв дуги аорты на уровне перешейка. Множественные артериальные коллатерали.

**Fig. 6.** CT angiography. Narrowing and discontinuity of the aortic arch at the isthmus level. Multiple arterial collaterals.



При госпитализации в ФГБУ “НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева” в феврале 2025 г. установлен окончательный диагноз: врожденная КА (ВПС: коарктация аорты, 3-й тип, полная форма, двустворчатый аортальный клапан. Симптоматическая гипертензия 2-й степени, I стадии, риск ССО 1). Проведено оперативное лечение: резекция коарктации аорты с протезированием 16-мм эксплантатом. По результатам оперативного лечения отмечена нормализация кровотока по аорте и периферическим артериям, цифры АД снизились до возрастной нормы. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии под наблюдение кардиолога по месту жительства.

### ОБСУЖДЕНИЕ

На примере данного клинического наблюдения нами был проведен анализ причин поздней диагностики КА у подростка с вторичной АГ.

Вопреки традиционным представлениям о типичном строении тела при КА, у данной пациентки отмечались хорошее развитие мышечного каркаса нижних конечностей, а также высокая толерантность к физическим нагрузкам. Несмотря на наличие характерного сердечного шума и АГ, при первом обращении двузонного измерения АД не проводилось. При госпитализации в специализированный стационар измерить АД в артериях нижних конечностей механическим и автоматическим тонометрами у данной пациентки не удалось.

Согласно современным рекомендациям, в диагностическом алгоритме обследования пациентов с АГ ограничиваются измерением АД только на верхних конечностях [14]. Однако, с точки зрения клинициста, важно понимать, что отсутствие разницы в АД между верхними конечностями не исключает наличия КА, поскольку в большинстве случаев КА локализуется дистальнее истока левой подключичной артерии [15]. Методика двузонного измерения АД разработана и активно применяется только при скрининге в раннем неонатальном периоде [16]. При этом разница систолического давления более чем на 20 мм рт.ст. в сторону верхних конечностей может рассматриваться как свидетельство КА [17]. Как по литературным данным, так и на практике врачи сталкиваются с объективными труд-

ностями измерения АД на нижних конечностях у подростков и взрослых пациентов осциллографическим или аускультативным способом [18]. По литературным данным, тоны Короткова при снижении систолического АД в артериях нижних конечностей у пациентов с заболеваниями периферических артерий не выслушиваются в 39% случаев [19]. Существующая методика пальпаторной оценки плечевого и бедренного пульсов, позволяющая заподозрить КА по снижению или отсутствию пульса на бедренной артерии, также не отражена в клинических рекомендациях по обследованию пациентов с АГ и в связи с отсутствием осторожности по КА у подростков проводится крайне редко.

Ввиду невозможности измерения АД на нижних конечностях механическим и автоматическим способами у данной пациентки систолическое АД было измерено при помощи ультразвукового исследования сосудов с использованием механической манжеты по методике измерения ЛПИ. Измерение ЛПИ широко применяется во взрослой клинической практике при подозрении на стеноокклюзирующую патологию артерий нижних конечностей. Существуют лишь единичные публикации об использовании данной методики у новорожденных или людей молодого возраста для оценки ишемических нарушений в конечностях, большей частью вследствие травмы [20]. При этом ряд проведенных исследований доказывает более высокую информативность и точность измерений при применении доплеровской методики в сравнении с традиционными способами измерения АД [19]. В настоящее время существуют множественные вариации методики измерения ЛПИ. Отмечается влияние на данный показатель возраста, роста, этнической принадлежности, частоты сердечных сокращений и даже порядка проведения измерений. При этом, поскольку ЛПИ является соотношением, на него не влияют факторы, повышающие или понижающие АД. В 2012 г. Американская кардиологическая ассоциация разработала рекомендации по стандартизации проведения ЛПИ. Однако данная методика признана достаточно трудоемкой и времязатратной, что ограничивает ее применение в реальной клинической практике. А. Métairie и соавт.

[21] была предложена модификация классической методики. Перед измерением систолического АД в артериях нижних конечностей было предложено проводить оценку спектрограммы потока по французской классификации Сент-Боне (the Saint-Bonnet classification). Эта классификация обеспечивает более высокий уровень категоризации по сравнению с другими классификациями. Нормальный поток в артериях нижних конечностей представлен многофазной кривой. В случае поражения артерий форма спектрограммы потока модифицируется в зависимости от степени проксимально расположенного стеноза, что позволяет оценить тяжесть заболевания и состояние коллатеральных артерий. Классификация Сен-Бонне варьирует от типа N до E-O, где N соответствует нормальному для нижней конечности многофазному типу кровотока, тип E описывает кровоток волнообразной формы, характерной для высоких степеней стеноза, тип O характерен для окклюзии просвета. ЛПИ рассчитывается путем деления систолического давления в артериях нижних конечностей с лучшей формой спектрограммы потока на большее систолическое давление в артериях верхних конечностей. В случае аналогичной формы доплеровской волны между ЗБА и ПБА в измерении учитывается систолическое давление на ЗБА по умолчанию. При этом авторами было доказано статистически достоверное совпадение результатов вышеописанных методик, а также выявление более высокого систолического давления в артериях с лучшей формой доплеровской волны. Также авторы данной методики использовали в исследовании измерение систолического давления в артериях верхних конечностей автоматическим способом [21].

В приведенном клиническом наблюдении по форме спектрограммы потока существенных различий между артериями голени выявлено не было, отмечался коллатеральный тип кровотока с выраженным снижением скоростных показателей, отсутствием спектрального окна и значительным увеличением времени ускорения, что также являлось важным косвенным диагностическим критерием КА. Применение данной методики позволяет оценить форму спектрограммы потока в артериях нижних

конечностей, определить разницу АД между верхними и нижними конечностями, а также провести измерение ЛПИ в качестве объективной оценки степени ишемических нарушений в нижних конечностях.

В стандартный протокол трансторакальной ЭхоКГ входит оценка кровотока в дистальной части дуги аорты (перешейка). Однако в настоящее время данному методу все же отводится роль первично скринингового исследования [22], информативность которого значительно уступает другим методам лучевой диагностики вследствие технических ограничений, вызванных наличием субоптимального акустического окна, невозможностью визуализации грудного отдела аорты, высокой операторозависимости результатов и значительной полиморфности патологических изменений. При более детальной оценке результатов самой методики ЭхоКГ следует отметить некоторые особенности, возможно являющиеся причиной поздней диагностики КА и других пороков развития аорты. Прямым признаком сужения просвета с гемодинамически значимым нарушением кровотока является повышение пикового градиента давления на перешейке. Пиковый градиент давления рассчитывается по упрощенному уравнению Бернулли, учитывающему максимальную скорость в месте сужения. Однако, по литературным данным, нет четкой корреляции данного показателя с инвазивно измеренным давлением в месте стеноза. Помимо указаний на возможность завышения максимального пикового градиента у пациентов с ригидной стенкой аорты, возможно и занижение у пациентов с ОАП, наличием выраженных коллатералей, сниженной систолической функцией левого желудочка [22, 23]. При этом крайне важно, что в литературе встречаются указания на то, что при тяжелой обструкции повышения пикового градиента в дистальной части дуги аорты может не происходить [24]. Отсутствие повышения пикового градиента давления у данной пациентки обусловлено полной обструкцией аорты и, соответственно, отсутствием места локального повышения скорости потока. Следует отметить, что многие специалисты в своих заключениях строго ограничиваются измерением пикового градиента давления, не учитывая форму спектрограммы потока. При

этом повышение диастолического градиента и увеличения времени полуспада диастолического градиента четко коррелирует со степенью тяжести обструкции при КА [22, 25].

Также следует сделать акцент на отсутствие в отечественных методических рекомендациях оценки спектрограммы потока на брюшной аорте при стандартном ЭхоКГ-исследовании [26]. При этом ряд авторов рекомендуют проводить исследование брюшного отдела аорты на уровне диафрагмы импульсно-волновым доплером в рутинном порядке, подчеркивая высокую корреляцию как качественных, так и количественных показателей кровотока с выраженностью сужения. Так, отсутствие инверсии потока в раннюю диастолу, индекс пульсации  $< 2,0$  и отношение систолической скорости к диастолической  $< 3,6$  может быть предиктором значительной обструкции [23]. У данной пациентки при оценке спектрограммы потока в брюшном отделе аорты отмечался коллатеральный тип кровотока. Постстенотический паттерн потока может выявляться не только в брюшной аорте, но и в ее ветвях, в частности в почечных артериях [27].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря пренатальной диагностике, протоколам ведения новорожденных с обязательным двузонным измерением АД, а также скрининговым ЭхоКГ-исследованиям КА в большинстве случаев хорошо диагностируется в неонатальном возрасте и относится к редким причинам АГ у детей более старшего возраста и взрослых. При этом в старшей возрастной группе КА не диагностируется в 85% случаев, резко снижая качество и продолжительность жизни пациентов.

Анализ литературных данных и ошибок, допущенных при обследовании пациентки, позволил выделить следующие диагностические подходы, существенно облегчающие постановку своевременного и правильного диагноза.

К ним относятся:

1. Применение двузонного измерения артериального давления при первичном обследовании пациентов с артериальной гипертензией у подростков и взрослых пациентов,

особенно при наличии некорректируемой артериальной гипертензии и сердечного шума.

2. При возникновении технических трудностей измерения артериального давления традиционными способами (аускультативным, осциллометрическим и т.д.) в артериях нижних конечностей рекомендуется измерять систолическое давление с использованием ультразвукового исследования артерий по методике измерения лодыжечно-плечевого индекса. При этом возможно применение упрощенной методики с предварительной оценкой формы спектрограммы потока.

3. Проведение обязательного скринингового ультразвукового исследования брюшной аорты в базовом протоколе трансторакальной эхокардиографии.

## Участие авторов

Темнова В.А. – работа с пациентом, выполнение УЗИ, концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор и обработка материала, создание и обработка базы данных, рисунки, написание текста статьи.

Зубарева Е.А. – редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Ревуненков Г.В. – редактирование, ответственность за целостность всех частей статьи.

Зябкин И.В. – утверждение окончательного варианта статьи.

Крутова А.В. – работа с пациентом, написание текста статьи.

Штеменко С.А. – работа с пациентом, выполнение УЗИ.

Мензелинцева С.К. – утверждение окончательного варианта статьи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## Authors participation

Temnova V.A. – working with a patient, performing ultrasound, the concept and design of the study, editing, collecting and processing material, creating and processing a database, drawings, writing the text of the article.

Zubareva E.A. – editing, approval of the final version of the article.

Revunenkov G.V. – editing, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Zyabkin I.V. – approval of the final version of the article.

Krutova A.V. – working with the patient, writing the text of the article.

Shtemenko S.A. – working with the patient, performing ultrasound.

Menzelintseva S.K. – approval of the final version of the article.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Александров А.А., Кисляк О.А., Леонтьева И.В. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. *Системные гипертензии*. 2020; 17 (2): 7–35. <https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.2.200126>  
Alexandrov A.A., Kislyak O.A., Leontieva I.V. Clinical recommendations. Diagnosis, treatment, and prevention of hypertension in children and adolescents. *Systemic Hypertension*. 2020; 17 (2): 7–35. <https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.2.200126> (In Russian)
2. Клинические рекомендации “Коарктация аорты”. 2023. [https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/754\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/754_1). (дата обращения 02.03.2023). Clinical recommendations of “Aortic coarctation”. 2023. [https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/754\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/754_1) (accessed 03/02/2023) (In Russian)
3. Аракелян В.С., Иванов А.А., Макаренко В.Н и др. Проблемы диагностики врожденной деформации дуги аорты. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2010; 3 (3): 184–190.  
Arakelyan V.S., Ivanov A.A., Makarenko V.N. and others. Problems of diagnosis of congenital deformity of the aortic arch. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*. 2010; 3 (3): 184–190. (In Russian)
4. Иванов А.А., Аракелян В.С. К вопросу о классификации врожденной деформации дуги аорты. *Фундаментальные исследования*. 2011; 11 (1): 42–45.  
Ivanov A.A., Arakelyan V.S. On the classification of congenital deformity of the aortic arch. *Fundamental research*. 2011; 11 (1): 42–45. (In Russian)
5. Калмыков Е.Л., Калинин Р.Е., Магамет В.П., Сучков И.А., Мжаванадзе Н.Д., Садриев О.Н. Синдром средней аорты. *Вестник хирургии*. 2016; 175 (6): 104–108.  
Kalmykov E.L., Kalinin R.E., Magamet V.P. et al. Middle aortic syndrome. *Bulletin of Surgery*. 2016; 175 (6): 104–108. (In Russian)
6. Forman N., Sinskey J., Shalabi A. A Review of Middle Aortic Syndromes in Pediatric Patients. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2020; 34 (4): 1042–1050. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.07.130>
7. Kommana S., Wartak S., Joelson J. Coarctation of distal thoracic aorta--the middle aortic syndrome in an elderly female with severe coronary artery disease. *J. Invasive Cardiol.* 2010; 22 (3): E 47–48.
8. Meng X., Xue J., Cai J. et al. A single-center cohort of mid-aortic syndrome among adults in China: Etiology, presentation and imaging features. *Am. J. Med. Sci.* 2023; 365 (5): 420–428. <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2022.04.004>
9. Клайдайтер У., Поцца Р., Хаас Н. *Детская эхокардиография*. М.: Медпресс-информ, 2022. 420 с.  
Klaydeiter U., Pozza R., Haas N. pediatric echocardiography. Moscow: Medpress-inform, 2022. 420 p. (In Russian)
10. Hoffman JI. The challenge in diagnosing coarctation of the aorta. *Cardiovasc. J. Afr.* 2018; 29 (4): 252–525. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2017-053>
11. Strafford M.A., Griffiths S.P., Gersony W.M. Coarctation of the aorta: a study in delayed detection. *Pediatrics*. 1982; 69: 159–163.
12. Ward K.E., Pryor R.W., Matson J.R. et al. Delayed detection of coarctation in infancy: implications for timing of newborn follow-up. *Pediatrics*. 1990; 86: 972–976.
13. Chetan D., Mertens L. Challenges in diagnosis and management of coarctation of the aorta. *Curr. Opin. Cardiol.* 2022; 37 (1): 115–122. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000934>
14. Жернакова Ю.В., Рогоза А.Н., Кисляк О.А. Консенсус экспертов Российского медицинского общества по артериальной гипертензии по стандартизации измерения клинического (офисного) артериального давления. *Systemic Hypertension*. 2025; 22 (1): 5–11. <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2025-1-5-11>  
Zhernakova Yu.V.1, Rogoza A.N.1, Kislyak O.A. Consensus of experts of the Russian Medical Society for Arterial Hypertension on standardization of measurement of clinical (office) blood pressure. *Systemic Hypertension*. 2025; 22 (1): 5–11. <https://doi.org/10.38109/2075-082X-2025-1-5-11> (In Russian)
15. Hemels M., Hoendermis E., Melle J. et al. Therapy refractory hypertension in adults: aortic coarctation has to be ruled out. *Neth. Heart J.* 2011; 19 (3): 107–111. <https://doi.org/10.1007/s12471-011-0074-8>
16. Бокерия Е.Л., Шумакова О.В., Караваева А.Л. и др. Эффективность неонатального скрининга на критические врожденные пороки сердца путем двузонного измерения систолического артериального давления и сатурации. *Доктор.Ру*. 2024; 23 (6): 13–21. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2024-23-6-13-21>  
Bokeria E.L., Shumakova O.V., Karavaeva A.L. et al. The effectiveness of neonatal screening for critical congenital heart defects by two-band measurement of systolic blood pressure and saturation. *Doctor.Ru*. 2024; 23 (6): 13–21. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2024-23-6-13-21> (In Russian)
17. Rao P.S. Coarctation of the aorta. *Curr. Cardiol. Rep.* 2005; 7 (6): 425–434. <https://doi.org/10.1007/s11886-005-0060-0>
18. Посохов И.Н., Мороз-Водолажская Н.Н. “Осциллометрический” метод: что это такое и всем ли пациентам он подходит для измерения артериального давления? *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024; 23 (9): 4075. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4075>

- Posokhov I.N., Moroz-Vodolazhskaya N.N. "Oscillometric" method: what is it and is it suitable for measuring blood pressure for all patients? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024; 23 (9): 4075. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2024-4075> (In Russian)
19. Aboyans V., Criqui M., Abraham P. et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012; 126 (24): 2890–2909. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e318276fbcb>
  20. Katz S., Globerman A., Avitzour M., Dolfen T. The ankle-brachial index in normal neonates and infants is significantly lower than in older children and adults. *J. Pediatr. Surg*. 1997; 32 (2): 269–271. [https://doi.org/10.1016/s0022-3468\(97\)90192-5](https://doi.org/10.1016/s0022-3468(97)90192-5)
  21. Métairie A., Tollenaere Q., Lanéelle D. et al. Simplification of ankle-brachial-index measurement using Doppler-waveform classification in symptomatic patients suspected of lower extremity artery disease. *Front. Cardiovasc. Med*. 2022; 9: 941600. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.941600>
  22. Ghorbannia A., Ellepola C., Woods R. et al. Clinical, Experimental, and Computational Validation of a New Doppler-Based Index for Coarctation Severity Assessment. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2022; 35 (12): 1311–1321. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.09.006>
  23. Silvilairat S., Cetta F., Biliciler-Denktaş G. et al. Abdominal aortic pulsed wave Doppler patterns reliably reflect clinical severity in patients with coarctation of the aorta. *Congenit Heart Dis*. 2008; 3 (6): 422–430. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0803.2008.00224.x>
  24. Houston A.B., Simpson I.A., Pollock J.C. et al. Doppler ultrasound in the assessment of severity of coarctation of the aorta and interruption of the aortic arch. *Br. Heart J*. 1987; 57 (1): 38–43. <https://doi.org/10.1136/hrt.57.1.38>
  25. Christopher A., Apfel A., Sun T. et al. Diastolic velocity half time is associated with aortic coarctation gradient at catheterization independent of echocardiographic and clinical blood pressure gradients. *Congenit Heart Dis*. 2018; 13 (5): 713–720. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000934>
  26. Мацкеплишвили С.Т., Саидова М.А., Мироненко М.Ю., Сафарова А.Ф., Павлюкова Е.Н., Бощенко А.А., Ярославская Е.И., Ахунова С.Ю., Скидан В.И., Иртюга О.Б., Козленок А.В., Федорова Д.Н. Выполнение стандартной трансторакальной эхокардиографии. Методические рекомендации, 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2025; 30 (2): 6271. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2025-6271>
  27. Tarzamni M., Nezami N., Ardalan M. et al. Serendipitous diagnosis of aortic coarctation by bilateral parvus et tardus renal Doppler flow pattern. *Cardiovasc. Ultrasound*. 2007; 5: 44. <https://doi.org/10.1186/1476-7120-5-44>

## ***Bilateral blood pressure measurement using ultrasound angioscanning and flow spectrogram assessment in the abdominal aorta in an adolescent with secondary arterial hypertension due to previously undiagnosed aortic coarctation***

V.A. Temnova<sup>1,2</sup>, E.A. Zubareva<sup>1,3</sup>, G.V. Revunenkova<sup>2</sup>, I.V. Zyabkin<sup>1</sup>,  
A.V. Krutova<sup>1</sup>, S.A. Shtemenko<sup>1</sup>, S.K. Menzelintseva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia; 20, Moskvorechye str., Moscow 115409, Russian Federation

<sup>2</sup> Petrovsky Russian Research Center of Surgery, SRI of Pediatrics and Children's Health Scientific Clinical Center № 2; 10-1, Fotieva str., Moscow 119333, Russian Federation

<sup>3</sup> Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

**Valeriya A. Temnova** – MD, PhD, ultrasound diagnostics doctor at the hospital for children, senior researcher, Department of Innovative Diagnostic Research Methods, SRI of Pediatrics and Children's Health Scientific Clinical Center № 2, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0009-0002-8895-1849>

**Elena A. Zubareva** – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Ultrasound Diagnostics Department, Institute of Continuous Education and Professional Development, Pirogov Russian National Research Medical University; ultrasound diagnostics doctor, Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

**Grigoriy V. Revunenkov** – MD, PhD, Radiologist, Head of the Department of Innovative Diagnostic Research Methods, SRI of Pediatrics and Children's Health Scientific Clinical Center № 2, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7834-213X>

**Иля V. Zyabkin** – MD, Doct. of Sci. (Med.), Director of the Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9717-5872>

**Alexandra V. Krutova** – MD, PhD, Cardiologist, Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0009-0009-8905-5342>

**Sergey A. Shtemenko** – ultrasound diagnostics doctor, Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0009-0003-4046-837X>

**Svetlana K. Menzelintseva** – Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, Federal Scientific and Clinical Center for Children and Adolescents of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow. <https://orcid.org/0009-0008-6706-9578>

**Correspondence\*** to Dr. Valeriya A. Temnova – e-mail: [vatemnova@mail.ru](mailto:vatemnova@mail.ru)

Aortic coarctation is one of the etiological factors of secondary arterial hypertension. Owing to prenatal diagnostics and modern neonatal screening protocols, in most cases aortic coarctation is identified during the neonatal period. However, according to the literature, in older children and adults aortic coarctation is missed in approximately 85% of cases, even in the presence of such clinical manifestations as heart murmur or arterial hypertension. The article presents a clinical case of an adolescent with newly diagnosed type III aortic coarctation (complete form), complicated by secondary arterial hypertension. Analysis of the literature data and diagnostic errors observed in the patient's work-up allowed to highlight the following diagnostic approaches that significantly facilitate timely and accurate diagnosis.

1. Bilateral blood pressure measurement at the initial examination of adolescents and adult patients with arterial hypertension, particularly in cases of refractory hypertension and the presence of a cardiac murmur.

2. In situations of technical difficulties in blood pressure measurement by conventional methods (auscultatory, oscillometric, etc.) in the lower extremity arteries, it is recommended to assess systolic pressure by Doppler ultrasound following the method of ankle-brachial index measuring. A simplified approach can be applied by preliminarily assessing the shape of the flow spectrogram.

3. Mandatory screening ultrasound evaluation of the abdominal aorta should be included in the basic protocol of transthoracic echocardiography.

**Keywords:** aortic coarctation; arterial hypertension; ankle-brachial index

**Conflict of interests.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financing.** This study had no sponsorship.

**Citation:** Temnova V.A., Zubareva E.A., Revunenkov G.V., Zyabkin I.V., Krutova A.V., Shtemenko S.A., Menzelintseva S.K. Bilateral blood pressure measurement using ultrasound angioscanning and flow spectrogram assessment in the abdominal aorta in an adolescent with secondary arterial hypertension due to previously undiagnosed aortic coarctation. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (3): 86–96. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-342> (In Russian)

Received: 07.07.2025.

Accepted for publication: 08.08.2025.

Published online: 16.09.2025.